

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Bernard ASPAR, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/FR99/02476

INTERNATIONAL FILING DATE: 13 OCTOBER 1999

FOR: METHOD FOR PRODUCING A LAYER OF MATERIAL EMBEDDED IN  
ANOTHER MATERIALREQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTIONAssistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO.</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
FRANCE	98/12950	15 OCTOBER 1998

A certified copy of the corresponding Convention application(s) was submitted to the International Bureau in PCT Application No. **PCT/FR99/02476**. **Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.**

Respectfully submitted,  
 OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
 MAIER & NEUSTADT, P.C.



22850

Norman F. Oblon  
 Attorney of Record  
 Registration No. 24,618  
 Surinder Sachar  
 Registration No. 34,423

(703) 413-3000  
 Fax No. (703) 413-2220  
 (OSMMN 1/97)





ESV

REC'D 25 OCT 1999
WIPO
PCT

# BREVET D'INVENTION

09/806511

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

### PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

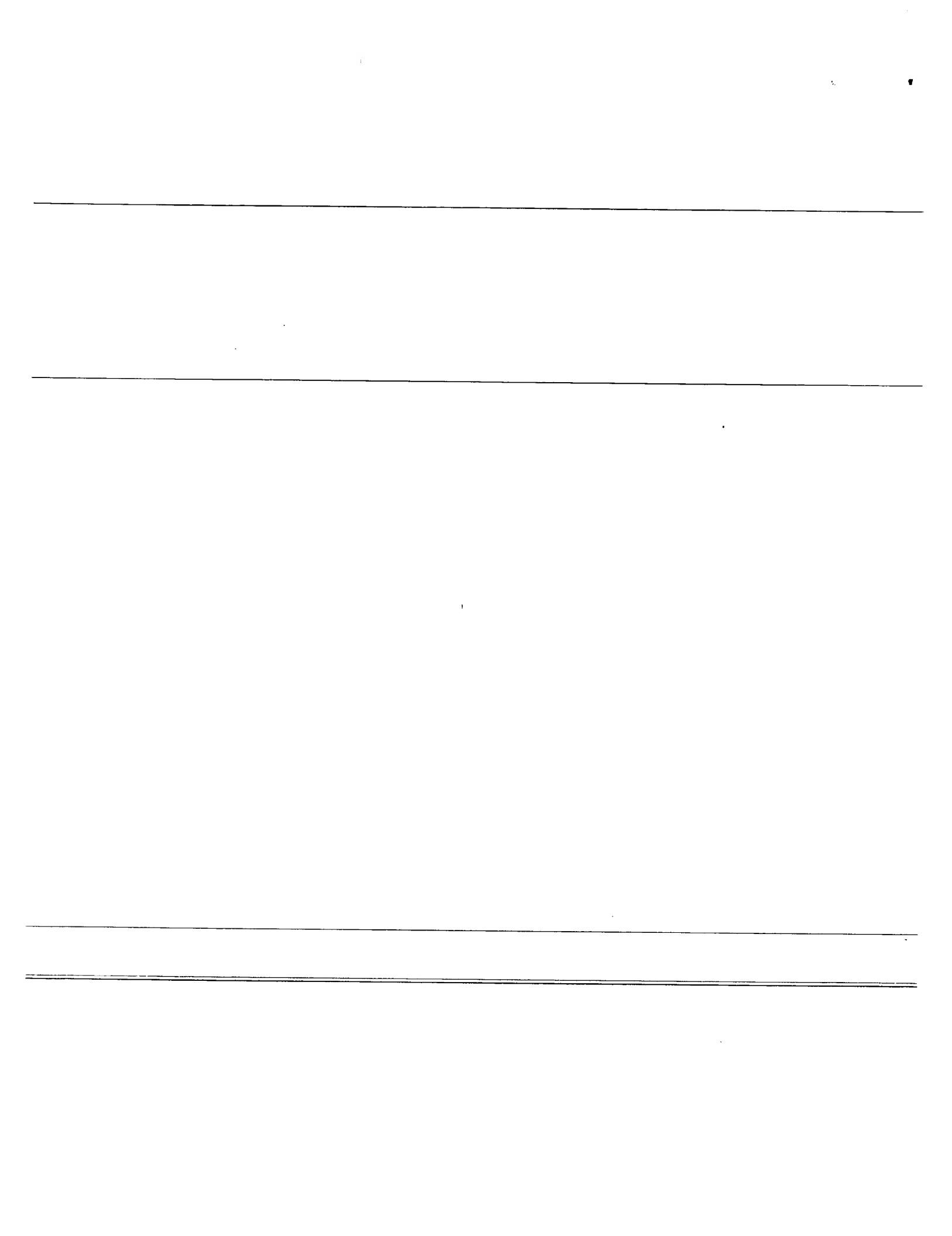
Fait à Paris, le 23 SEP. 1999

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersbourg  
75800 PARIS Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 55 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réervé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES

15 OCT. 1998

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

98 12950 -

DEPARTEMENT DE DÉPOT

15 OCT. 1998

**2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle**

brevet d'invention  demande divisionnaire  
 certificat d'utilité  transformation d'une demande de brevet européen

demande initiale

brevet d'invention  certificat d'utilité n°

Établissement du rapport de recherche

différé  immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance  oui  non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**PROCEDE DE REALISATION D'UNE COUCHE DE MATERIAU ENTERREE DANS UN AUTRE MATERIAU.**

**1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE**

**BREVATOME**

3, rue du Docteur Lancereaux  
75008 PARIS  
422-5/S002

n° du pouvoir permanent références du correspondant téléphone  
07068 du B 13074.3/JL 01 53 83 94 00  
12.06.98 DD 1799

**3 DEMANDEUR (S) n° SIREN**

code APE-NAF

Forme juridique

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE  
Etablissement de Caractère Scientifique,  
Technique et Industriel

Nationalité (s) Française

Adresse (s) complète (s)

Pays

31, 33 rue de la Fédération 75015 PARIS

France

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre

**4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs**  oui  non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

**5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES**

requise pour la 1ère fois  requise antérieurement au dépôt ; joindre copie de la décision d'admission

**6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE**

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

**7 DIMSIONS antérieures à la présente demande n°**

date

n°

date

**8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE**

(nom et qualité du signataire)

J. LEHU  
422-5/S002

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR  
(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

## DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Pétersbourg **B 13074.3/JL**  
75800 Paris Cedex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

*9811950*

## TITRE DE L'INVENTION :

**PROCEDE DE REALISATION D'UNE COUCHE DE MATERIAU ENTERREE  
DANS UN AUTRE MATERIAU.**

## LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

J . LEHU  
c/o BREVATOME  
25 rue de Ponthieu  
75008 PARIS

## DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

ASPAR Bernard	110, Lot. le Hameau des Ayes 38140 RIVES
BRUEL Michel	Presvert n°9 38113 VEUREY
MORICEAU Hubert	26 rue du Fournet 38120 ST EGREVE
FRANCE	

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

PARIS le 15 OCTOBRE 1998

J . LEHU  
422-5/S002

*Wn*

**PROCEDE DE REALISATION D'UNE COUCHE DE MATERIAU  
ENTERREE DANS UN AUTRE MATERIAU**

**5 Domaine technique**

La présente invention concerne un procédé de réalisation d'une couche de matériau enterrée dans un autre matériau. Elle s'applique en particulier au 10 domaine des semiconducteurs et notamment pour la réalisation de substrats du type Silicium sur Isolant.

Actuellement, les substrats de type Silicium sur Isolant (ou SOI pour "Silicon On Insulator") présentent un très grand intérêt pour les 15 applications microélectroniques dans le domaine de la basse consommation. Il existe plusieurs procédés d'obtention de substrats SOI. Les plus utilisés aujourd'hui sont le procédé SIMOX (de l'expression anglo-saxonne "Separation by IMplanted OXygen") et les 20 procédés basés sur le collage par adhésion moléculaire (appelé "wafer bonding" en anglais). Pour obtenir des films minces de silicium sur de la silice, ces procédés, utilisant le collage par adhésion moléculaire, sont combinés à des procédés 25 d'amincissement. Comme procédé d'amincissement, on peut citer celui divulgué par le document FR-A-2 681 472 où le clivage d'un substrat est obtenu par coalescence, provoquée par un traitement thermique, de microcavités générées par implantation ionique. On peut également 30 citer des procédés utilisant des couches d'arrêt épitaxiées et la gravure sélective.

**Etat de la technique antérieure**

35 Il est connu que l'implantation par bombardement d'un gaz rare ou d'hydrogène dans un

matériau semiconducteur (cf. FR-A-2 681 472), ou dans un matériau solide cristallin ou non (cf. FR-A-2 748-850), est susceptible de créer des microcavités ou microbulles (encore appelées "platelets" ou 5 "nanoblisters" en anglais) à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des ions. La morphologie (dimension, forme,...) de ces défauts peut évoluer au cours des traitements thermiques, en particulier ces cavités peuvent voir leur taille 10 augmenter. Suivant la nature du matériau et surtout suivant ses propriétés mécaniques, ces cavités, présentes à la profondeur moyenne de pénétration des espèces gazeuses, peuvent induire suivant les conditions de traitement thermique, des déformations en 15 surface ou "blisters". Les paramètres les plus importants à contrôler pour obtenir ces "blisters" sont la dose de gaz introduite au cours de l'implantation, la profondeur à laquelle les espèces gazeuses sont implantées et le budget thermique total fourni au 20 matériau. Dans certains cas, les conditions d'implantation sont telles qu'après recuit, des microcavités ou microbulles sont présentes au niveau de la profondeur moyenne d'implantation des ions mais leur taille et la pression à l'intérieur de ces cavités ne 25 sont pas suffisantes pour induire des déformations en surface. On se trouve alors en présence d'une couche continue de défauts enterrés sans aucune dégradation de la surface. A titre d'exemple, une implantation d'hydrogène dans une plaque de silicium selon une dose 30 de  $3 \cdot 10^{16} H^+ / cm^2$  et une énergie de 25 keV crée une couche enterrée continue de microcavités d'environ 150 nm d'épaisseur à une profondeur moyenne d'environ 300 nm. Ces microcavités se présentent sous forme allongée : leur taille est de l'ordre de 6 nm en longueur et de 35 deux plans atomiques en épaisseur. Si un recuit est effectué à 600°C durant 30 minutes sur cette plaque,

les microcavités grossissent et voient leur taille passer de 6 nm à plus de 50 nm en longueur et de quelques plans atomiques à 4-6 nm en épaisseur. Par contre, aucune perturbation de la surface n'est 5 observée.

La présence de microcavités s'observe également dans le cas d'une implantation par bombardement d'hélium, au niveau de la profondeur moyenne (Rp) d'implantation dans le silicium. Les 10 cavités, dans ce cas, ont une forme stable qui n'évolue pas au cours du recuit. On peut se référer à ce sujet à l'article "Radiation damage and implanted He atom interaction during void formation in silicon" de V. RAINERI et M. SAGGIO, paru dans Appl. Phys. Lett. 15 71(12), 22 septembre 1997.

Par ailleurs, il est connu que des défauts présents dans les matériaux sont des centres de nucléation préférentiels pour la formation d'une phase hétérogène. A titre d'exemple, en ce qui concerne la 20 formation de précipités d'oxyde, trois types de nucléation sont répertoriés dans la bibliographie : en phase homogène, en phase homogène sous contraintes, en phases hétérogène (voir par exemple l'article intitulé "Oxygen Precipitation in Silicon" de A. BORHESI et al., 25 paru dans J. Appl. Phys. 77(9), 1995, pages 4169-4244). Cet oxygène qui précipite est contenu dans le matériau initial. Il provient par exemple de l'étape de formation du matériau.

Par nucléation on entend la formation 30 d'aggrégats de quelques atomes d'oxygène dans le silicium pour former des centres de nucléation appelés "nucleis" ou "precipitate embryos" en anglais. De façon simplifiée, la nucléation peut apparaître dans des sites cristallins correspondant à des noeuds du réseau 35 où quelques atomes d'oxygène intersticiels sont proches les uns des autres (nucléation homogène) ou sur des

défauts du réseau (nucléation hétérogène). Il est connu que ces défauts de réseau peuvent être des défauts ponctuels, des défauts induits par la présence d'un élément extérieur à la matrice (par exemple du carbone dans le silicium) ou des complexes comme par exemple des complexes oxygène-carbone (voir l'article cité plus haut de A. BORHESI et al.). Par exemple, les défauts ponctuels intrinsèques au matériau comme les clusters de lacunes formés au cours de la croissance du silicium peuvent également être des centres de nucléation pour obtenir des "nucléis". Par ailleurs, comme exemple de défauts induits par la présence d'un élément extérieur, on peut citer le cas du carbone introduit dans le substrat pour créer une couche continue et enterrée riche en carbone qui servira de zone de nucléation. L'introduction de carbone peut être obtenue par implantation par bombardement de carbone.

Après la phase de formation de ces centres de nucléation, pour obtenir un précipité de taille plus importante, il est nécessaire d'avoir une phase de précipitation. La précipitation dans un matériau est un phénomène d'agrégation d'atomes pour former des petites particules ou précipités.

Le rayon critique  $r_c$  qui définit la taille minimale des précipités pouvant exister est donné, pour une concentration d'oxygène en intersticiel dans le matériau, par la relation :  $r_c = (2 \sigma / \Delta H) (T_s / T_s - T)$

$\sigma$  étant l'énergie de surface,

$\Delta H$  étant l'enthalpie de formation,

$T$  étant la température exprimée en kelvin,

$T_s$  étant la température d'équilibre correspondant à la quantité d'oxygène donnée,

(voir l'article intitulé "Oxygen Precipitation Czochralski Silicon" de R. CRAVEN, Elec. Chem. Soc., Proceedings of the 4th Int. Symp. on Silicon Materials Science and Technology, Vol. 81-5, 1981).

A partir de cette équation, on voit bien que l'augmentation de la température entraîne la croissance des précipités.

En résumé, les défauts créent des centres de nucléation qui vont servir à la formation de précipités qui vont ensuite grossir.

D'autre part, des études ont montré la possibilité de diminuer le nombre de discontinuités de la couche d'oxyde enterrée dans le cas des substrats SOI obtenus par le procédé SIMOX "faible dose" à l'aide d'une oxydation à haute température (supérieure à 1350°C) du film de silicium (voir le brevet US 5 589 407 et l'article intitulé "An Analysis of Buried-Oxide Growth in Low-dose SIMOX Wafers by High-Temperature Thermal Oxidation" de S. MASUI et al., Proceedings 1995 IEEE International SOI Conference, octobre 1995). Ce procédé, dénommé ITOX (pour Internal Oxidation), permet d'oxyder la couche d'oxyde enterrée au moyen d'une diffusion d'oxygène de la surface vers la couche enterrée d'oxyde. D'autres auteurs montrent que le même phénomène se produit à des températures plus basses, de l'ordre de 1200°C (voir l'article "Internal Oxidation of Low Dose Separation by Implanted Oxygen Wafers in Different Oxygen/Nitrogen Mixtures" de P. ERICSSON et S. BENGTSSON, accepté pour publication dans la revue Appl. Phys. Lett.).

Ces derniers résultats indiquent que l'introduction d'oxygène dans le matériau dépend au premier ordre du temps passé à haute température et non de la quantité d'oxygène dans l'atmosphère du recuit. Il semble donc que l'introduction d'oxygène soit limitée par la solubilité limite de l'oxygène dans le silicium. Ainsi, plus la température est élevée, plus l'effet d'oxydation de la couche d'oxyde enterrée est rapide. Un exemple de ce phénomène indique qu'à 1200°C, si l'on introduit 5% d'oxygène dans de l'azote, 8 heures de

recuit permettent à la couche enterrée d'oxyde de voir  
~~son épaisseur passer de 860 angströms à 1330 angströms.~~  
Cette oxydation "interne" présente l'intérêt de diminuer la densité de discontinuités de l'oxyde 5 enterré.

#### Exposé de l'invention

L'invention propose un nouveau procédé de 10 réalisation d'une couche enterrée de matériau dans un substrat d'un autre matériau. Un aspect original de l'invention consiste à créer des microcavités enterrées dans le substrat et non des défauts cristallins pour créer des pièges. Dans le cas notamment où le substrat 15 est en silicium, ceci permet d'obtenir une couche superficielle de silicium de bien meilleure qualité et n'oblige pas à soumettre le substrat à une température de l'ordre de 1300°C afin de guérir les défauts créés par implantation d'oxygène par exemple.

La présente invention présente aussi l'avantage de pouvoir mettre en oeuvre une implantation avec une faible dose d'un élément léger (par exemple l'hydrogène) qui n'induit pas de défaut cristallin entre la surface implantée et la zone de création de 25 microcavités, contrairement à ce qui se passe lorsque l'on implante des ions comme l'oxygène, le silicium ou l'argon. Ce procédé est simple à mettre en oeuvre, l'implantation pouvant se faire à température ambiante.

L'invention a donc pour objet un procédé de 30 réalisation d'une couche d'un premier matériau enterré dans un substrat comportant au moins un deuxième matériau, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- la formation dans ledit substrat, au 35 niveau de la couche enterrée désirée, d'une couche de microcavités (appelées encore "platelets" ou

microbulles) destinées à servir de centres de nucléation pour élaborer ledit premier matériau dans le deuxième matériau,

5 - la formation de germes de précipités à partir des centres de nucléation formés, les germes de précipités correspondant au premier matériau,

10 - la croissance des précipités à partir des germes par concentration d'espèces correspondant au premier matériau et apportées à la couche de microcavités.

La couche de microcavités peut être formée en introduisant dans le deuxième matériau des espèces gazeuses qui sont avantageusement choisies parmi l'hydrogène, l'hélium et le fluor. On peut aussi former 15 une couche poreuse sur une face du substrat et constituer, par épitaxie, une couche du deuxième matériau sur la couche poreuse. On peut encore former la couche de microcavités par une inclusion de gaz provoquée durant l'élaboration du substrat. Elle peut 20 aussi être formée à partir de l'interface constituée par la solidarisation d'un premier élément de substrat et d'un deuxième de substrat, fournissant ledit substrat. La couche de microcavités peut alors résulter 25 de la présence de particules à ladite interface, de la rugosité de surface d'au moins un élément parmi le premier élément de substrat et le deuxième élément de substrat, de la présence de micro-évidements à la surface d'au moins un élément parmi le premier élément de substrat et le deuxième élément de substrat ou de 30 contraintes induites à ladite interface.

Les germes de précipités peuvent être formés à partir d'espèces présentes dans le deuxième matériau. Ils peuvent aussi être formés à partir d'espèces introduites dans le deuxième matériau. Cette 35 introduction peut être réalisée par diffusion activée thermiquement.. Dans ce cas, si la formation des

microcavités met en oeuvre un traitement thermique, les germes de précipités peuvent être formés simultanément avec les microcavités.

La croissance des précipités peut être réalisée par concentration d'espèces introduites dans le substrat. Cette introduction peut se faire par diffusion activée thermiquement, sous pression ou au moyen d'un plasma.

La croissance des précipités peut être réalisée par concentration d'espèces présentes dans le substrat, sous l'effet d'un traitement thermique.

Si la formation des germes de précipités et la croissance de ces précipités sont deux opérations nécessitant un traitement thermique, ces opérations peuvent être menées simultanément.

L'invention s'applique notamment à la réalisation d'un substrat semiconducteur pourvu d'une couche enterrée. Elle s'applique en particulier à la réalisation d'un substrat en silicium pourvu d'une couche enterrée d'oxyde de silicium.

La couche enterrée peut être continue ou non suivant les applications visées. Pour cela, on peut jouer sur la densité de précipités, sur l'utilisation d'un masque protégeant certaines zones du matériau soumis au procédé de l'invention

#### Brève description du dessin

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée du dessin annexé qui représente, en vue transversale, un substrat dans lequel est prévue une couche enterrée d'un matériau différent du matériau constituant le substrat.

Description détaillée de modes de réalisation de  
l'invention

A titre d'exemple, on va décrire un procédé  
5 de réalisation d'un substrat SOI selon la présente  
invention, en partant d'un substrat massif de silicium.

La première étape consiste à former une  
couche de microcavités dans le substrat référencé 1 sur  
la figure annexée.

10 Une technique simple à mettre en oeuvre  
consiste à former cette couche de microcavités par  
bombardement d'hydrogène à des doses (par exemple  
 $3.10^{16} H^+/\text{cm}^2$ ) qui permettent d'obtenir à la profondeur  
moyenne de pénétration des particules Rp, et après  
15 recuit à 600°C pendant 30 minutes, des microcavités  
allongées dont la longueur est de quelques dizaines de  
nanomètres. Si l'énergie d'implantation est de l'ordre  
de 50 keV, la profondeur moyenne Rp de la couche de  
microcavités 2 se trouve à environ 500 nm de la face 3  
20 du substrat au travers de laquelle est effectuée  
l'implantation. La largeur de la couche de microcavités  
2 est alors de l'ordre de 150 nm.

Le couple dose d'hydrogène implantée/recuit  
de formation des microcavités est fortement dépendant  
25 des paramètres d'implantation et en particulier de la  
température d'implantation.

Sous le terme hydrogène, on entend les  
espèces gazeuses constituées sous leur forme atomique,  
sous leur forme moléculaire, sous leur forme ionique,  
30 sous leur forme isotopique (deutérium) ou encore sous  
leur forme isotopique et ionique.

Le substrat SOI désiré devant présenter une  
couche d'oxyde de silicium enterrée, la phase de  
création de germes de précipités d'oxyde peut être  
35 réalisée à partir de l'oxygène présent dans le silicium  
du substrat, au moyen d'un traitement thermique à une

température comprise entre 750°C et 800°C. Etant donné que l'on désire obtenir une couche enterrée d'oxyde, il est préférable que l'atmosphère du recuit contienne de l'oxygène. Dans ce cas, une faible épaisseur d'oxyde se forme à la surface du substrat. Cette couche d'oxyde superficielle pourra être éliminée à la fin du procédé selon l'invention.

Une fois les germes de précipités formés, on va les faire grossir au moyen d'un recuit 10 d'oxydation. Il faut alors tenir compte de deux paramètres : la quantité d'oxygène introduite dans le matériau et le rayon critique des précipités d'oxyde.

La quantité d'oxygène introduite dans le matériau est contrôlée par la solubilité limite de 15 l'oxygène dans le silicium. Plus la température est élevée et plus la solubilité limite est élevée.

Le rayon critique des précipités d'oxyde est d'autant plus grand que la température est élevée.

En conséquence, si l'on veut faire croître 20 des précipités de petites dimensions et ne pas les dissoudre, il est nécessaire de réaliser le traitement thermique à une température inférieure à la température de dissolution du précipité. Il faut donc trouver un bon compromis. Une solution est d'effectuer des temps 25 de recuit longs avec des montées lentes en température. A titre d'exemple, on peut procéder ainsi :

- un premier palier à 750°C pendant 2 heures,
- un deuxième palier à 800°C pendant 30 heures,
- un troisième palier à 900°C pendant 2 heures,
- un quatrième palier à 1000°C pendant 2 heures,
- 35 - un cinquième palier à 1100°C pendant 2 heures,

- un sixième palier à 1200°C pendant 8 heures avant de redescendre en température.

Un autre point important à contrôler est l'atmosphère du recuit. S'il est nécessaire de rester 5 longtemps à 1200°C pour introduire de l'oxygène dans la matrice de silicium, le substrat va également être oxydé en surface de façon importante. Pour garder un maximum de silicium en surface, il faut utiliser une atmosphère à faible teneur en oxygène, par exemple 5% 10 d'oxygène dilué dans de l'azote. Dans ce cas, pour un palier de 8 heures à 1200°C, l'épaisseur superficielle d'oxyde est de l'ordre de 120 nm et la couche d'oxyde enterrée formée est alors d'environ 50 nm. On obtient ainsi une couche enterrée 2 d'oxyde de 50 nm 15 d'épaisseur sous un film mince 4 de silicium d'environ 350 nm.

Les épaisseurs de la couche 2 d'oxyde et du film mince 4 sont donc conditionnées par l'énergie d'implantation et les conditions de recuit (atmosphère, 20 durée, température).

Une variante du procédé peut consister à planter de l'hélium avec une dose de  $2.10^{16} \text{He}^+/\text{cm}^2$  sous une énergie d'implantation de 100 keV et d'effectuer un recuit à 900°C pendant 55 minutes pour obtenir une 25 couche de microcavités à une profondeur moyenne d'environ 600 nm de la surface implantée. Le substrat de silicium peut ensuite être oxydé dans des conditions (paliers de température et durée) identiques à celles mentionnées ci-dessus, mais en débutant directement à 30 900°C. On obtient alors, par le même processus que précédemment une couche d'oxyde enterrée de 50 nm d'épaisseur sous un film de silicium d'environ 450 nm d'épaisseur.

L'invention permet donc d'obtenir, à partir 35 d'un substrat massif 1 en silicium, un substrat SOI constitué d'une plaque 5 de silicium recouverte d'une

couche isolante 2 elle-même recouverte d'un film mince  
4 de silicium.

Parmi les avantages du procédé selon l'invention, on peut citer le fait qu'il permet 5 d'utiliser une seule tranche d'un même matériau pour fournir un substrat SOI. Il procure une très bonne homogénéité au film mince de silicium et à la couche d'oxyde enterrée. Il peut être mis en oeuvre en utilisant des équipements standard en 10 microélectronique. Il présente aussi l'avantage d'être simple de mise en oeuvre.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'une couche (2) d'un premier matériau enterré dans un substrat (1) comportant au moins un deuxième matériau, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- la formation dans ledit substrat (1), au niveau de la couche enterrée désirée, d'une couche de microcavités destinées à servir de centres de nucléation pour élaborer ledit premier matériau dans le deuxième matériau,
  - la formation de germes de précipités à partir des centres de nucléation formés, les germes de précipités correspondant au premier matériau,
  - la croissance des précipités à partir des germes par concentration d'espèces correspondant au premier matériau et apportées à la couche de microcavités.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de microcavités est formée en introduisant dans le deuxième matériau des espèces gazeuses.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les espèces gazeuses utilisées pour former la couche de microcavités sont choisies parmi l'hydrogène, l'hélium et le fluor.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour former la couche de microcavités, on forme une couche poreuse sur une face dudit substrat et on constitue, par épitaxie, une couche dudit deuxième matériau sur la couche poreuse.
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de microcavités est formée par une inclusion de gaz provoquée durant l'élaboration du substrat.

6. Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que la couche de microcavités est  
formée à partir de l'interface constituée par la  
solidarisation d'un premier élément de substrat et d'un  
5 deuxième de substrat, fournissant ledit substrat.

7. Procédé selon la revendication 6,  
caractérisé en ce que la couche de microcavités résulte  
de la présence de particules à ladite interface.

8. Procédé selon la revendication 6,  
10 caractérisé en ce que la couche de microcavités résulte  
de la rugosité de surface d'au moins un élément parmi  
le premier élément de substrat et le deuxième élément  
de substrat.

9. Procédé selon la revendication 6,  
15 caractérisé en ce que la couche de microcavités résulte  
de la présence de micro-évidements à la surface d'au  
moins un élément parmi le premier élément de substrat  
et le deuxième élément de substrat.

10. Procédé selon la revendication 6,  
20 caractérisé en ce que la couche de microcavités résulte  
de contraintes induites à ladite interface.

11. Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que les germes de précipités sont  
formés à partir d'espèces présentes dans le deuxième  
25 matériau.

12. Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que les germes de précipités sont  
formés à partir d'espèces introduites dans le deuxième  
matériau.

30 13. Procédé selon la revendication 12,  
caractérisé en ce que ladite introduction est réalisée  
par diffusion activée thermiquement.

14. Procédé selon la revendication 13,  
caractérisé en ce que, la formation des microcavités  
35 mettant en oeuvre un traitement thermique, les germes

de précipités sont formés simultanément avec les microcavités.

15. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la croissance des précipités est réalisée par concentration d'espèces introduites dans le substrat (1).

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la croissance des précipités est réalisée par concentration d'espèces introduites dans le substrat par diffusion activée thermiquement.

17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la croissance des précipités est réalisée par concentration d'espèces introduites sous pression dans le substrat.

18. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la croissance des précipités est réalisée par concentration d'espèces introduites dans le substrat au moyen d'un plasma.

19. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la croissance des précipités est réalisée par concentration d'espèces présentes dans le substrat, sous l'effet d'un traitement thermique.

20. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la formation des germes de précipités et la croissance des précipités étant deux opérations nécessitant un traitement thermique, ces opérations sont menées simultanément.

21. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 20 à la réalisation d'un substrat semiconducteur pourvu d'une couche enterrée.

22. Application selon la revendication 21, caractérisée en ce que le substrat (1) est en silicium et en ce que la couche enterrée (2) est une couche d'oxyde de silicium.

111

